MER evaluatie Betuweroute

aspect Bodem

Opdrachtgever **ProRail GJZ**
Mevr. A. Veldhuizen

Movares Nederland B.V.
Ondertekenaar Gertjan van Manen
Kenmerk D81-FFA-KA-1101476 - Versie 1.0

Utrecht, 28 december 2011
Vrijgegeven

Inhoudsopgave

Bijlage VI Vergelijking boorpunten nul- en controle-meting

Bijlage VII Coördinatenlijst boorpunten

Bijlage VIII Notitie spoorgebonden processen

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

Ten behoeve van het Tracébesluit (TB) voor de Betuweroute is destijds een Milieu Effect Rapportage (MER) opgesteld[1]. Volgens de Wet Milieubeheer wordt een MER-procedure afgesloten met een evaluatie. Deze evaluatie heeft voor wat betreft de gebruiks/exploitatie fase nog niet plaatsgevonden. In deze rapportage wordt het onderzoek beschreven waarmee toepassing is gegeven aan deze evaluatieplicht voor wat betreft het aspect bodem.

1.2 Scope

Deze evaluatie ziet uitsluitend toe op het tracé van de Betuweroute, waar het Tracébesluit Betuweroute betrekking op heeft. Dit tracé begint bij het emplacement Waalhaven-Zuid in Rotterdam (aansluitend op de Havenspoorlijn) en eindigt nabij Zevenaar bij de intakking op de bestaande spoorlijn Arnhem-Emmerich[2].
Ook de 'Kortsluitroute' valt binnen de scope van deze evaluatie. In het TB voor de Kortsluitroute[3] alsmede in de MER Kortsluitroute[4] staat dat de evaluatie van de MER Kortsluitroute wordt geïntegreerd met de evaluatie van de Betuweroute.
Aangezien de Havenspoorlijn en het gedeelte Zevenaar-Oost buiten het TB Betuweroute vallen, maken deze delen geen onderdeel uit van de scope van de evaluatie. Ook in de onderliggende milieuonderzoeken en de evaluatieonderzoeken die tijdens de bouwfase zijn verricht, zijn deze twee tracés niet onderzocht.

1.3 Het aspect bodem

Voor het aspect bodem wordt in het evaluatieprogramma gesteld dat onderzoek wenselijk is naar:
- de verspreiding van ijzer en koper vanaf het spoor
- de verspeiding van chloride uit de aardebaan

Het doel van voorliggend onderzoek is om het effect van de gerealiseerde Betuweroute op de bodemkwaliteit van de omliggende gronden te bepalen. Daartoe wordt door ProRail een beschrijving van de huidige bodemkwaliteit verlangd door middel van het toetsen van de resultaten aan het toetsingskader van de Circulaire Bodemsanering 2009.

Als gevolg van de ingebruikname van de Betuweroute wordt een toename verwacht van depositie van koper- en ijzerdeeltjes in de directe omgeving van het spoor. De emissie

[1] Milieu-effectrapportage Betuweroute, april 1992 en Aanvulling op het MER Betuweroute, mei 1994.
[2] Deel A Tracébesluit Betuweroute, paragraaf 1.2.
[3] Tracébesluit Kortsluitroute, Toelichting/Bepalingen, blz. 59.
[4] Trajectnota / MER Kortsluitroute, H10.

van koper is het gevolg van slijtage van de koperen bovenleiding. De emissie van ijzer is het gevolg van de slijtage van de spoorrails, wielen en remblokken van de treinen zelf. Emissie van ijzer treedt met name op in trajecten waar veel geremd wordt.
Ook wordt er op delen waar het tracé is opgehoogd met ontzilt zeezand, uitspoeling van chloride verwacht. Het zeezand ondergaat een ontziltingsproces, maar zal desondanks mogelijk een verhoogd chloride gehalte bevatten.

Om inzicht te krijgen in het effect van de gerealiseerde Betuweroute op de bodemkwaliteit van de omliggende gronden, staan in dit onderzoek twee vragen centraal:

- Heeft er depositie van koper en ijzer naar de grond en het grondwater plaatsgevonden ten gevolge van het gebruik van de Betuweroute?
- Heeft er uitspoeling van chloride plaatsgevonden op die plaatsen waar het tracé opgehoogd is met ontzilt zeezand?

Het onderzoek wordt verricht op zeven locaties verdeeld over vijf doelgebieden. Deze doelgebieden zijn in het Evaluatieprogramma aangewezen. In bijlage I is de regionale ligging van de onderzoekslocaties weergegeven. De doelgebieden zijn: zeekleigebied, veenweidegebied, de Betuwe, Waterwingebied Kerk - Avezaath en Rijnstrangengebied en de locaties betreffen akkerlanden en weilanden.

1.4 Onderzoeksmethodiek

De onderzoekslocaties zijn middels een veldwerkronde bemonsterd, waarna de grond(water)monsters in het laboratorium zijn geanalyseerd op koper, ijzer en chloride. De bevindingen uit deze (controle-)meting worden vergeleken met de bevindingen uit de nul-meting. De gehaltes van de parameters uit de meting van 1998 en 2011 worden met elkaar vergeleken. Hierbij wordt rekening gehouden met grondverzet dat heeft plaats gevonden tijdens de aanleg van de Betuweroute. Ook wordt gekeken naar de ruimtelijke spreiding van de gehaltes.

2 Resultaten nul-meting

In 1998 is er in opdracht van de Managementgroep Betuweroute een nul-situatie onderzoek[5] uitgevoerd:

In dit onderzoek stonden de volgende drie doelen centraal:
1. Het uitvoeren van een nul-meting naar verspreiding van chloride, koper en ijzer in de bodem van het tracé van de Betuweroute.
2. Het evalueren van de mate van verspreiding van bodemverontreiniging ten gevolge van de aanleg van de Betuweroute.
3. Het evalueren van de mate van verspreiding van waterbodemverontreiniging ten gevolge van de aanleg van de Betuweroute.

2.1 Nul-meting koper, ijzer en chloride

Het doel van de nul-meting is de vaststelling van de nul-situatie met betrekking tot het voorkomen van koper, ijzer en chloride in de bodem van de in het Evaluatieprogramma 1997-1998 aangewezen doelgebieden. De resultaten van de nul-meting dienen als referentie voor de resultaten van de vervolgmetingen.
Het nul-situatie onderzoek bestaat uit twee stappen. Ten eerste zijn 7 onderzoekslocaties geselecteerd binnen vijf gebieden met een verschillende grondslag. Daarnaast is de nul-situatie van de doelgebieden vastgesteld op de onderzoekslocaties voor de parameters koper, ijzer en chloride in de bodem.
Koper is in alle onderzoeksgebieden gemeten in zowel de grond als het grondwater. Het ijzergehalte is alleen in de locaties vastgesteld die vallen binnen een remtraject omdat in een dusdanig traject de grootste emissie optreedt. Chloride is op drie onderzoekslocaties bepaald waar de baan is opgehoogd met ontzilt zeezand. Voor een overzicht wordt verwezen naar tabel 1 waar de onderzoeksstrategie is uitgewerkt.

In de nul-situatie zijn voor de betreffende parameters de volgende conclusies getrokken:
• Koper: de in de toplaag van de grond en in het ondiepe grondwater gemeten gehaltes corresponderen met die van een onbelaste bodem. Er wordt geconcludeerd dat van menselijke beïnvloeding niet of nauwelijks sprake is.
• Chloride: de in het ondiepe grondwater gemeten gehaltes vertonen een relatief grote variatie en liggen iets hoger dan de door het RIVM in het middeldiepe grondwater (5-17 m-mv) gemeten gehaltes.
• IJzer: de gemeten ijzergehaltes vallen binnen het bereik van de natuurlijke bodem
Het beschreven toetsingskader in het nulonderzoek is de Circulaire Interventiewaarden bodemsanering (VROM, mei 1994). De gehalten zijn in de nulmeting niet getoetst aan het toetsingskader.

[5] Evaluatie milieu-effecten betuweroute 1998: Deelonderzoeken Bodem en Water.

3 Onderzoeksopzet

3.1 Onderzoeksstrategie

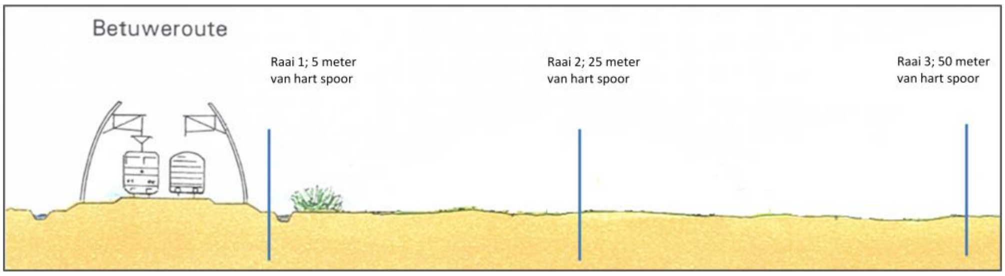
De gekozen onderzoeksstrategie is gebaseerd op de nul-meting van 1998. In de nul-meting zijn in elk van deze onderzoekslocaties 10 monsterpunten geselecteerd op 5, 25 en 50 meter van het hart van de spoorbaan (respectievelijk in de zone van maximale beïnvloeding, in de overgangszone en op een afstand waar nauwelijks beïnvloeding optreedt). Deze afstandslijnen of raaien lopen parallel aan het spoor op de genoemde afstand (zie figuur 1).

Om een representatief mengmonster te verkrijgen, worden per afstandslijn (5, 25 of 50 meter) 10 deelmonsters genomen. De deelmonsters worden genomen in het diepte traject van 0-20 cm-mv omdat hier de grootste koper en ijzergehalten worden verwacht. Per tien deelmonsters zal er in het laboratorium een mengmonster worden samengesteld per afstandslijn. Alleen zintuiglijk schone mengmonsters worden in het laboratorium samengevoegd tot een mengmonster. Mocht er in het veld een zintuiglijke bodemvreemde bijmenging worden waargenomen, dan wordt de boring op de afstandslijn een meter verplaats en opnieuw gezet. Ook wordt er in het veld getracht per raai grondmonsters van dezelfde grondsoort te verkrijgen.

Tussen de deelmonsters wordt per afstandslijn een afstand van 10 meter aangehouden. De boringen zijn zoveel mogelijk geplaatst op of in de directe omgeving van de locaties uit de nul-meting van 1998.

Met betrekking tot het grondwater is per afstandslijn in elke onderzoekslocatie een peilbuis geplaatst. Deze staat zoveel mogelijk op dezelfde locatie zoals uitgevoerd in de nul-meting. De bovenkant van het 1-meter lange filter wordt 1 meter onder de heersende grondwaterstand geplaatst. Elke peilbuis wordt apart bemonsterd. De grondwatermonsters zullen in het laboratorium geanalyseerd worden conform de onderzoeksstrategie zoals uitgewerkt in tabel 1.

Voor een afbeelding van de situering van boorpunten wordt verwezen naar bijlage II (situering boorpunten).



Figuur 1: Dwarsdoorsnede Betuweroute met afstandslijnen

Tabel 1: Onderzoeksstrategie

Doelgebied	Betuwelocatie	Afstands-lijn	Meng-monster	Boringen	Laboratorium-onderzoek	
					Analyses grond [1]	Analyse grondwater [2]
Zeekleigebied	PA508 Remtraject en ontzilt zeezand	5	100	1-10	Koper en ijzer	Koper en chloride
		25	200	1-10		
		50	300	1-10		
Veenweidegebied	HG511 Remtraject en ontzilt zeezand	5	100	1-10	Koper en ijzer	Koper en chloride
		25	200	1-10		
		50	300	1-10		
	GI507 ontzilt zeezand	5	100	1-10	Koper	Koper en chloride
		25	200	1-10		
		50	300	1-10		
Betuwe	GE508	5	100	1-10	Koper	Koper
		25	200	1-10		
		50	300	1-10		
	GE515	5	100	1-10	Koper	Koper
		25	200	1-10		
		50	300	1-10		
Waterwingebied Kerk – Avezaath	BU529	5	100	1-10	Koper	Koper
		25	200	1-10		
		50	300	1-10		
Rijnstrangengebied	BE525	5	100	1-10	Koper	Koper
		25	200	1-10		
		50	300	1-10		

1 *Analyse incl. lutum en organische stof en conform AS3000 voorbehandeling per mengmonster per raai.*

2 *Analyse conform AS3000 voorbehandeling.*

3.2 Terreinbeschrijving onderzoekslocaties huidige situatie

De onderzoekslocaties zijn in de huidige situatie in gebruik als akkerland/weiland. Zo worden de locaties BU529, GI507, GE515, GE508, HG511 en PA508 als weiland/grasland getypeerd. Onderzoekslocatie BE525 ligt voor een gedeelte braak en is deels in gebruik als akkerland. Daarnaast zijn de locaties binnen 5 meter hart spoor in gebruik als spoorinfrastuctuur.
Ter plaatse van onderzoekslocatie PA508 en BE525 zijn nabij raai twee een openbare weg en fietspad aangelegd.
Op de locatie GE515 is een geluidsscherm aanwezig met een hoogte van 1 meter. Op de locatie BU529 staat een geluidswal met en hoogte van 4,5 meter. Daarnaast is het tracé van de Betuweroute op locatie GI507 verdiept aangelegd ten opzichte van het maaiveld als toerit van de tunnel Giessen.

3.3 Aanpassing afstanden boorpunten controle-meting

In de controlemeting is getracht zoveel mogelijk de locatie van de boorpunten aan te houden uit het nulsituatie onderzoek. Op sommige locaties is dit echter niet mogelijk. Zo is een veelvoorkomend probleem bij de afstandslijn op 5 meter afstand van hart spoor, dat de boringen op of nabij het langsliggende kabelbed gesitueerd zijn. Met name de peilbuizen zijn daardoor verplaatst omdat hiervoor dieper geboord moet worden. Andere oorzaken voor de verplaatsing van boringen zijn de aanwezigheid van een sloot, weg of geluidscherm in de huidige situatie. In onderstaande tabel staan de verschillen van de huidige boorlocaties ten opzichte van de boorlocaties uit het nulsituatie onderzoek per afstandslijn weergegeven.

Tabel 2: Aanpassing situering boorpunten controle-meting t.o.v. nul-meting

Gebied	Locatie	Afstand baan (in meters)	Afstand verschuiving (in meters)	Beschrijving aanpassing	Geluids-scherm (in meters)
Zeekleigebied	PA508	5	--	--	-
		25	+0,00-1,70	Deel van de boorpunten langs de afstandslijn verschoven wegens sloot.	-
		50	--	--	-
Veenweide-gebied	HG511	5	--	--	-
		25	--	--	-
		50	--	--	-
	GI507	5	+3,00	Alle boorpunten noordelijk verschoven wegens situering op geluidsscherm; Boorpunten 9 en 10 verplaatst wegens tunnel.	Verdiepte ligging
		25	--	Alle boorpunten langs de afstandslijn verschoven wegens situering op voormalig werkterrein.	Verdiepte ligging
		50	--	--	Verdiepte ligging
Betuwe	GE508	5	+3,00 +5,80	Alle boorpunten noordelijk verschoven wegens ballastbed; Peilbuis wegens kabelbed.	-
		25	--	--	-
		50	--	--	-
	GE515	5	+3,00 +5,50	Alle boorpunten noordelijk verschoven wegens situering op geluidsscherm; Peilbuis wegens kabelbed.	1,00
		25	--	--	1,00
		50	--	--	1,00

Waterwin-gebied Kerk-Avezaath	BU529	5	-1,00	Alle boringen verschoven wegens spoorsloot.	4,50
		25	+0,00-4,70	Alle boringen verschoven wegens sloot.	4,50
		50	--	--	4,50
Rijstrangen-gebied	BE525	5	+3,00 +5,00	Alle boorpunten noordelijk verschoven wegens ballastbed; Peilbuis wegens kabelbed.	-
		25	-4,00	Alle boorpunten zuidelijk verschoven wegens nieuwe weg.	-
		50	-	Boorpunten 1 t/m 6 verschoven langs de afstandslijn naar naburig perceel wegens waterpartij.	-

-- Geen verandering
\+ Boring verplaatst van spoor af
\- Boring verplaatst naar spoor toe

4 Resultaat onderzoek controle-meting

4.1 Kwaliteitsborging

Het veldwerk is uitgevoerd onder BRL SIKB 2000 certificaat, VKB-protocol 2001 waarvoor Movares gecertificeerd is. De BRL SIKB 2000 is de beoordelingsrichtlijn voor het procescertificaat voor veldwerk bij milieuhygiënisch bodemonderzoek. De laatste versie is vastgesteld op 17 maart 2007 (versie 3.2a) door de Stichting Infrastructuur Kwaliteitsborging Bodembeheer (SIKB). De laatste versie van de VKB- protocollen is versie 3.1, d.d. 13 maart 2007. Movares Nederland is tevens lid van de Vereniging Kwaliteitsborging Bodemonderzoek (VKB).

De BRL SIKB 2000 is van toepassing op het gehele proces van veldwerk bij milieuhygiënisch bodemonderzoek inclusief alle secundaire processen. Dit proces begint bij de acceptatie van het veldwerk en eindigt bij de overdracht van veldgegevens en monsters aan het laboratorium.

Ten behoeve van de controle-meting zijn de grond(water)monsters chemisch-analytisch onderzocht door Analytico. Analytico is volgens de NEN-EN-ISO/IEC 17025 geaccrediteerd door de Raad van Accreditatie. Tevens is Analytico een RvA L005 (RvA L010) AS 3000 geaccrediteerd laboratorium.

De grond(water)monsters zijn behandeld conform de AS3000.

Voor de mengstrategie van de deelmonsters wordt verwezen naar tabel 3. De parameters van de laboratoriumanalyses staan beschreven in de onderzoeksstrategie (tabel 1).

In bijlage IV zijn de analysecertificaten bijgevoegd.

Movares is een ingenieursbureau zonder juridische, financiële of personele relatie met de opdrachtgever buiten de onderhavige opdracht. Movares is bovendien geen eigenaar van de onderzochte grond.

4.2 Veldwerkzaamheden

Het veldwerk is uitgevoerd tussen 18 juli en 1 november 2011 door de kwalibo-erkende veldwerkers Eric de Jong, Michel van Dokkum en Marius Knippenburg van Movares. Voorafgaande aan het veldwerk is er door ProRail B.V. betredingstoestemming aan de eigenaren en gebruikers van de betreffende percelen gevraagd en gekregen. Alle percelen zijn bezocht.

De boringen zijn beschreven conform de NEN 5104 per grondsoort en binnen één grondsoort. De situering van de boringen is opgenomen in bijlage II. Voor de boorstaten wordt verwezen naar bijlage III.

Tijdens de uitvoering van de boringen is in het opgeboorde materiaal geen bodemvreemde bijmenging aangetroffen.
Het grondwater is na 7 tot 60 dagen na plaatsing van de peilbuis bemonsterd. De veldgegevens van het grondwater en de peilbuizen zijn opgenomen in tabel 3.

Tabel 3: Veldwerkgegevens grondwater

Boring	Bemonstering in dagen na plaatsing	Grondwaterstand (m –mv)	Filterinstelling (m –mv)	Zuurgraad (pH)	EC (µS/cm)
PA508.101	9	1,25	1,70-2,70	7,26	338
PA508.201	9	0,71	2,00-3,00	6,6	547
PA508.301	9	0,45	1,50-2,50	6,78	566
HG511.101	11	1,36	1,10-1,60	7,18	398
HG511.201	11	0,73	1,40-2,40	6,9	541
HG511.301	11	1,15	2,00-3,00	6,92	581
GI507.101	10	0,35	1,00-2,00	7,05	481
GI507.201	10	0,30	1,50-2,50	6,98	291
GI507.301	10	0,25	1,00-2,00	7,08	328
GE508.110	60	1,00	1,80-2,80	6,98	687
GE508.210	7	0,70	1,00-3,00	7,21	512
GE508.310	7	0,68	1,20-2,20	7,09	523
GE515.101	39	1,30	3,50-5,00	6,65	464
GE515.201	39	1,20	2,50-3,50	6,85	488
GE515.301	39	1,20	2,10-3,10	-	-
BU529.101	15	0,55	2,50-3,50	6,87	686
BU529.201	15	1,21	2,50-3,50	6,94	477
BU529.301	15	1,39	2,00-3,00	7,18	432
BE525.108	10	1,08	2,00-3,00	7,05	501
BE525.210	10	1,00	2,00-3,00	6,9	460
BE525.304	10	0,55	1,20-2,20	6,95	484

De zuurgraad en de EC zijn overeenkomstig met wat in deze grondslag verwacht mag worden.

4.3 Afwijking BRL2000

Tijdens het veldwerk zijn er twee afwijkingen geconstateerd. Tijdens de plaatsing van de peilbuizen op onderzoekslocatie BU529 is tijdens plaatsing van de peilbuizen geen EC-meting uitgevoerd omdat die dag calibratie van de meters is uitgevoerd. Daarnaast is er op onderzoekslocatie GE515.301 de geleidbaarheid niet gemeten vanwege de onbetrouwbaarheid van de ijkvloeistoffen. Dit heeft geen invloed op de onderzoeksresultaten van de meting.

4.4 Afwijking in uitvoering ten opzicht van onderzoeksopzet

In het veld is geprobeerd tien deelmonsters van dezelfde bodemsoort te verkrijgen per raai. Dit bleek niet altijd mogelijk. In de mengmonsters GE515.100, GI507.200 en PA508.200 zijn als gevolg hiervan minder dan 10 deelmonsters opgemengd tot een mengmonster (zie tabel 4 voor een overzicht). In de mengmonsters GE515.100, GI507.200 zijn respectievelijk 8 en 6 deelmonster opgemengd. In mengmonster PA508.200 negen deelmonsters opgemengd.
Daarnaast zijn in de raaien BE525.100 en HG511.100 bij de negen kleiige deelmonsters één zandig deelmonster (BE525.109 en HG511.206) aangetroffen. Het zandige deelmonster is in beide gevallen wel opgemengd met de negen kleiige deelmonsters. De gedachte hierachter is dat beide zandige deelmonsters kleiig zijn.

Tabel 4: Afwijkingen in de mengmonsters

Mengmonster	Monsters in mengmonster	Zintuiglijke waarneming
PA508.100	1-10	Zandige bovengrond
PA508.200	2-10	Zandige bovengrond
PA508.300	1-10	Kleiige bovengrond
HG511.100	1-10	Zandige bovengrond
HG511.200	1-10	Kleiige bovengrond
HG511.300	1-10	Kleiige bovengrond
GI507.100	1-4, 6, 8-10	Kleiige bovengrond
GI507.200	1-10	Kleiige bovengrond
GI507.300	1-10	Kleiige bovengrond
GE508.100	1-10	Kleiige bovengrond met zandige ondergrond
GE508.200	1-10	Kleiige bovengrond
GE508.300	1-10	Kleiige bovengrond
GE515.100	1, 4-6, 9 en 10	Kleiige bovengrond
GE515.200	1-10	Kleiige bovengrond
GE515.300	1-10	Kleiige bovengrond
BU529.100	1-10	Kleiige bovengrond
BU529.200	1-10	Kleiige bovengrond
BU529.300	1-10	Kleiige bovengrond
BE525.100	1-10	Kleiige bovengrond
BE525.200	1-10	Kleiige bovengrond
BE525.300	1-10	Kleiige bovengrond

4.5 Resultaat bodemopbouw in huidige situatie

Uit de boorbeschrijving blijkt dat er op onderzoekslocaties PA508, HG511 en GI507 in het traject van 0,0-1,5 m-mv overwegend klei is aangetroffen met daaronder veen tot 2,5 m-mv. Op de overige onderzoekslocaties (GE508, GE515, BU529 en BE525) is in het traject van 0,0-1,5 m-mv overwegend klei aangetroffen met daaronder zand. In tabel 7 staan de grondsoorten weergegeven.

4.6 Toetsing controle-meting

4.6.1. Toetsingskader Wbb

De analyseresultaten van de grondmonsters zijn getoetst aan de achtergrondwaarden van tabel 1 van bijlage B van de Regeling bodemkwaliteit, gepubliceerd in de Staatscourant 247 van 20 december 2007 en aan de interventiewaarden van tabel 1 van de Circulaire bodemsanering 2009, gepubliceerd in de Staatscourant 67 van 7 april 2009.
Tevens zijn de resultaten getoetst aan de tussenwaarde waarbij de tussenwaarde gedefinieerd is als zijnde het gemiddelde van de achtergrond- en de interventiewaarde.

De gemeten gehaltes zijn gecorrigeerd voor het gemeten organische stof- en lutumgehalte.

De analyseresultaten van de grondwatermonsters zijn getoetst aan de streef- en interventiewaarden van tabel 1 van de Circulaire bodemsanering 2009, gepubliceerd in de Staatscourant 67 van 7 april 2009.
Tevens zijn de resultaten van de grondwateranalyses getoetst aan de tussenwaarde waarbij de tussenwaarde gedefinieerd is als zijnde het gemiddelde van de streef- en de interventiewaarde.

Bovenstaande toetsingen zijn uitgevoerd met het toetsprogramma Paisonline, ontwikkeld door Analytico B.V.

De toetsingsresultaten zijn opgenomen in bijlage V. Een samenvatting van de toetsingen is weergegeven in de tabellen 5 tot en met 7.

4.6.2. Toetsingsresultaten grond

Hieronder staan de uitwerkingen van de resultaten na toetsing van de grond- en grondwatermonsters aan het hiervoor genoemde toetsingskader.

Tabel 5: Overschrijdingen achtergrond- en interventiewaarden voor koper

Laboratorium-nummers	Mengmonster	Monsters in mengmonster	>AW	>TW	>I
6395380	PA508.100	1-10	-	-	-
6395389	PA508.200	2-10	-	-	-
6395397	PA508.300	1-10	-	-	-
6258463	HG511.100	1-10	-	-	-
6258464	HG511.200	1-10	-	-	-
6258465	HG511.300	1-10	-	-	-
6404633	GI507.100	1- 4, 6, 8, 9 en 10	-	-	-
6404634	GI507.200	11-10	-	-	-
6404636	GI507.300	1-10	-	-	-
6281067	GE508.100	1-10	-	-	-
6453930	GE508.200	1-10	-	-	-
6453931	GE508.300	1-10	-	-	-

6290835	GE515.100	1, 4- 6, 9 en 10	-	-	-
6290836	GE515.200	1-10	-	-	-
6290834	GE515.300	1-10	-	-	-
6385044	BU529.100	1-10	-	-	-
6392992	BU529.200	1-10	-	-	-
6392993	BU529.300	1-10	-	-	-
6393049	BE525.100	1-10	-	-	-
6393050	BE525.200	1-10	-	-	-
6393051	BE525.300	1-10	-	-	-

- geen overschrijding van de toetsingsnorm.

Uit de bovenstaande tabel blijkt dat in de bovengrond tot 0,2 m-mv geen kopergehalten boven de achtergrondwaarde zijn aangetoond.

4.6.3. *Toetsingsresultaten grondwater*

Tabel 6: Overschrijdingen streef- en interventiewaarden voor koper en chloride

Laboratorium-nummers	**Monster**	**<S**	**>1/2 (S+I)**	**>I**
6416085	PA508.101-1-2	-	-	-
6416086	PA508.201-1-2	-	-	-
6416087	PA508.301-1-2	-	-	-
6279351	HG511.101-1-1	-	-	-
6279352	HG511.201-1-1	-	-	-
6279353	HG511.301-1-1	-	-	-
6429055	GI507.101-1-2	-	-	-
6429056	GI507.201-1-2	-	-	-
6429057	GI507.301-1-2	-	-	-
6393055	GE508.110-1-1	-	-	-
6468458	GE508.210-1-2	-	-	-
6468459	GE508.310-1-2	-	-	-
6393052	GE515.101-1-1	-	-	-
6393053	GE515.201-1-1	-	-	-
6393054	GE515.301-1-1	-	-	-
6416082	BU529.101-1-1	-	-	-
6416083	BU529.201-1-1	-	-	-
6416084	BU529.301-1-1	-	-	-
6416079	BE525.108-1-2	-	-	-
6416077	BE525.210-1-2	-	-	-
6416078	BE525.304-1-2	-	-	-

- geen overschrijding van de toetsingsnorm.

Uit de getoetste analyseresultaten van koper en chloride blijkt dat er in het grondwater geen overschrijdingen van de toetswaarden met koper en chloride is aangetoond.

5 Vergelijking onderzoeken nul-meting en controle-meting

In dit hoofdstuk is de controle-meting vergeleken met de nul-meting. Op basis van de boorstaten van de diepere boringen die uitgevoerd zijn om de peilbuizen te kunnen plaatsen, valt er voor beide metingen een uitspraak te doen over de onderliggende bodem. Daarbij wordt ook de mogelijkheid meegenomen of er sprake kan zijn geweest van grondverzet. Bij deze analyse worden de verschillen en overeenkomsten in gehalten Lutum, organische stof, koper en ijzer meegenomen.

5.1 Vergelijking resultaat bodemopbouw

Om een vergelijking te kunnen maken is het van belang om te weten of en in welke mate de onderzochte bodem in beide onderzoeken overeen komt. Daartoe is in tabel 7 een vergelijking gemaakt van de boorbeschrijvingen uit het nulsituatie onderzoek uit 1998 en de controle-meting. Ook staat in deze tabel het huidige gebruik van de onderzoekslocaties aangegeven.

Tabel 7: Bodembeschrijving nulsituatie onderzoek en controle meting

Betuwelocatie (boorpunt)	Dieptetraject 1998 (m –mv)	Grondsoort 1998	Dieptetraject huidig (m –mv)	Grondsoort huidig	Bodem-gebruik
PA508.101	0,00-0,50	Klei	0,00-2,70	Zand	Berm
	0,50-2,50	Veen	-	-	
PA508.201	0,00-0,50	Klei	0,00-2,00	Klei	Berm
	0,50-2,50	Veen	2,00-3,00	Veen	
PA508.301	0,00-0,60	Klei	0,00-0,70	Klei	Weiland
	0,60-1,10	Veen	0,70-1,00	Veen	
	1,10-2,50	Klei	1,00-2,00	Klei	
	-	-	2,00-2,50	Veen	
HG511.101	0,00-0,40	Klei	0,00-1,60	Zand	Berm
	0,40-2,00	Veen	-	-	
	2,00-2,30	Klei	-	-	
	2,30-2,50	Veen	-	-	
HG511.201	0,00-0,25	Klei	0,00-0,90	Klei	Weiland
	0,25-2,50	Veen	0,90-2,40	Veen	
HG511.301	0,00-0,40	Klei	0,00-1,50	Klei	Weiland
	0,40-2,50	Veen	1,50-3,00	Veen	
GI507.101	0,00-0,20	Klei	0,00-0,40	Klei	Berm
	0,20-2,50	Veen	0,40-0,70	Veen	
	-	-	0,70-0,90	Zand	
	-	-	0,90-2,00	Klei	
GI507.201	0,00-0,20	Klei	0,00-0,80	Klei	Weiland
	0,20-2,50	Veen	0,80-2,50	Veen	

GI507.301	0,00-0,50	Klei	0,00-0,30	Klei	Weiland
	0,50-2,50	Veen	0,30-2,00	Veen	
GE508.110	0,00-1,00	Klei	0,00-0,10	Klei	Berm
	1,00-1,90	Zand	0,10-1,05	Zand	
	1,90-2,10	Veen	1,05-2,50	Klei	
	2,10-3,00	Zand	2,50-2,80	Veen	
GE508.210	0,00-1,10	Klei	0,00-3,00	Klei	Akker
	1,10-1,60	Zand	-	-	
	1,60-3,00	Klei	-	-	
GE508.310	0,00-3,00	Klei	0,00-1,00	Klei	Akker
	-	-	1,00-2,20	Zand	
GE515.101	0,00-1,50	Klei	0,00-0,50	Klei	Berm
	1,50-2,00	Veen	0,50-1,10	Zand	
	2,00-2,15	Klei	1,10-2,50	Klei	
	2,15-2,85	Veen	2,50-2,85	Veen	
	2,85-3,00	Klei	2,85-3,10	Klei	
	-	-	3,10-5,00	Veen	
GE515.201	0,00-1,60	Klei	0,00-3,50	Klei	Weiland
	1,60-2,00	Veen	-	-	
	2,00-2,20	Klei	-	-	
	2,20-2,70	Veen	-	-	
	2,70-3,00	Klei	-	-	
GE515.301	0,00-1,60	Klei	0,00-1,50	Klei	Weiland
	1,60-2,80	Veen	1,50-1,80	Veen	
	2,80-3,00	Klei	1,80-3,10	Klei	
BU529.101	0,00-0,90	Klei	0,00-2,90	Klei	Berm
	0,90-3,5	Zand	2,90-3,50	Zand	
BU529.201	0,00-1,30	Klei	0,00-1,50	Klei	Landbouw-grond
	1,30-3,20	Zand	1,50-3,50	Zand	
	3,20-3,50	Klei	-	-	
BU529.301	0,00-2,90	Klei	0,00-1,50	Klei	Landbouw-grond
BE525.108	0,00-0,90	Klei	0,00-2,30	Klei	Berm
	0,90-2,20	Zand	2,30-3,00	Zand	
BE525.210	0,00-2,50	Klei	0,00-3,00	Klei	Berm
BE525.304	0,00-3,00	Klei	0,00-0,70	Klei	Akker
	-	-	0,70-2,20	Zand	
	2,90-3,50	Zand	1,50-3,00	Zand	

- geen nieuwe grondlaag in boorbeschrijving aanwezig.

Uit de vergelijking blijkt dat de toplaag bestaande uit klei in beide onderzoeken overeenkomstig is, behoudens de onderzoekslocatie PA508 en HG511 waar in de controle-meting zand is aangetroffen.

5.2 Vergelijking analyseresultaten grond

Tabel 8: Vergelijking analyseresultaten grond (lutum en organisch stof)

Locatie	Afstand tot baan (in meters)	Organisch stof (% droge stof)		Verschil	Lutum (% droge stof)		Verschil [2]
		1998	2011	2011-1998	1998	2011	2011-1998
PA508	5	17	5,7	-11,3	30	13,8	-16,2
	25	18	7,8	-10,2	28	15,2	-12,8
	50	14	8,4	-5,6	41	37,9	-3,1
HG511	5	18	7,6	-10,4	36	15,8	-20,2
	25	20	19	-1,0	46	23	-23,0
	50	21	52,8	31,8	45	29,1	-15,9
GI507	5	14	6,8	-7,2	42	9,2	-32,8
	25	14	11,9	-2,1	37	36,8	-0,2
	50	17	16,4	-0,6	37	34,0	-3,0
GE508	5	12	2,2	-9,8	46	21,7	-24,3
	25	10	9,4	-0,6	48	48,0	0,0
	50	12	9,7	-2,3	39	49,9	10,9
GE515	5	9	4,7	-4,3	55	30,4	-24,6
	25	13	10,4	-2,6	51	39,5	-11,5
	50	10	9,9	-0,1	52	44,1	-7,9
BU529	5	3	4,4	1,4	27	30	3,0
	25	3	2,2	-0,8	30	32,7	2,7
	50	2	2,4	0,4	28	32,4	4,4
BE525	5	10	4,5	-5,5	34	38,5	4,5
	25	9	6	-3,0	37	33,1	-3,9
	50	3	3,5	0,5	41	39,8	-1,2

Gemiddeld gezien blijken de gehaltes voor lutum en organisch stof in de nul-meting nagenoeg overeenkomstig te zijn. Na de aanleg van de Betuweroute blijkt dat de kleihoudende toplaag minder lutum en organisch stof bevat binnen 5 meter afstand van hart spoor. Dit als gevolg van het uitgevoerde grondverzet.

Tabel 9: Vergelijking analyseresultaten grond (koper en ijzer)

Locatie	Afstand tot baan (in meters)	Koper (in mg/kg)		Verschil [2]	Ijzer (mg/kg)		Verschil [2]
		1998	2011	2011-1998	1998	2011	2011-1998
PA508	5	33	12	-21	19	13	-6
	25	32	11	-21	20	13	-7
	50	33	22	-11	23	22	-1
HG511	5	40	11	-29	32	14	-18
	25	41	15	-26	36	15	-21
	50	39	19	-20	33	19	-14

GI507	5	44	12	-32	-		
	25	42	20	-22	-		
	50	43	28	-15	-		
GE508	5	34	11	-23	-		
	25	33	33	0	-		
	50	39	36	-3	-		
GE515	5	40	21	-19	-		
	25	42	36	-6	-		
	50	40	37	-3	-		
BU529	5	27	22	-5	-		
	25	25	22	-3	-		
	50	23	28	5	-		
BE525	5	32	17	-15	-		
	25	30	23	-7	-		
	50	28	27	-1	-		

- geen meting uitgevoerd.

Uit de analyseresultaten van de controle-meting blijkt dat het kopergehalte in de bodem gemiddeld lager is dan in de nul-situatie, maar wel een grotere variatie vertoond. Voor het ijzergehalte in de bodem kan eveneens een afname worden vastgesteld.

Tabel 10: Vergelijking analyseresultaten grondwater (koper en chloride)

Locatie	**Afstand tot baan (in meters)**	**Koper (µg/l)**		**Chloride (mg/l)**		**Verschil [2]**
		1998	**2011**	**1998**	**2011**	**2011-1998**
PA508	5	2.1	<15	38	<5	-33
	25	<2.0	<15	35	86	51
	50	2.3	<15	55	77	22
HG511	5	<2.0	<15	32	<5	-27
	25	<2.0	<15	60	9	-51
	50	<2.0	<15	52	20	-32
GI507	5	<2.0	<15	91	35	-56
	25	<2.0	<15	20	27	7
	50	<2.0	<15	22	37	15
GE508	5	<2.0	<15	-	-	-
	25	<2.0	<15	-	-	-
	50	<2.0	<15	-	-	-
GE515	5	<2.0	<15	-	-	-
	25	<2.0	<15	-	-	-
	50	<2.0	<15	-	-	-
BU529	5	<2.0	<15	-	-	-
	25	<2.0	<15	-	-	-
	50	<2.0	<15	-	-	-
BE525	5	<2.0	<15	-	-	-
	25	<2.0	<15	-	-	-
	50	<2.0	<15	-	-	-

- geen meting uitgevoerd.

Uit de analyseresultaten blijkt dat de kopergehaltes niet zijn toegenomen ten opzichte van de nul-situatie. Wel is de detectiegrens voor koper hoger dan in 1998. De gehaltes voor chloride in het grondwater zijn ook afgenomen, behalve op locatie PA508 op 25 en 50 meter afstand van de spoorbaan.

5.3 Bespreking bevindingen controle-meting

5.3.1. Depositie van koper en ijzer langs de Betuweroute

In onderstaande bespreking zijn per doelgebied de verbanden gelegd tussen de tabellen in de vorige paragraaf. Daarbij wordt de samenhang tussen de bodembeschrijving, de gemeten lutum- en organisch stof gehaltes en de gemeten gehaltes aan koper en ijzer op elkaar betrokken.

Zeekleigebied (PA508)

Uit de bodembeschrijving (tabel 7) en de terreinbeschrijving blijkt dat ter hoogte van raaien 1 en 2 (afstandslijnen 5 en 25 meter van hart spoor) grondverzet heeft plaatsgevonden. Ter hoogte van raai 1 was in het nulsituatie onderzoek sprake van 50 cm klei en daaronder een laag veen. In de controle-meting is er tot aan 2,7m-mv zand aangetroffen wat resulteert in een gewijzigd gehalte aan lutum en organisch stof.
Ter hoogte van raai 2 is in de huidige situatie zand aangetroffen in de toplaag. Deze gewijzigde bodemopbouw resulteert in andere gehaltes voor lutum en organisch stof. Raai 3 kent in zowel het nulsituatie onderzoek en de controle-meting eenzelfde bodemopbouw. Het lutum-gehalte is in beide onderzoeken nagenoeg gelijk. Er is wel een afname van het organisch stof in de bodem te zien.

Uit de vergelijking van de kopergehaltes blijkt dat er sprake is van een afname. De afname kan worden gerelateerd aan het uitgevoerde grondverzet voor de bouw van de Betuweroute. Uitspoeling van het koper naar het grondwater is niet bevestigd. In het grondwater zijn de kopergehalten niet verhoogd aangetoond in vergelijking met de nul-situatie.
Door de vergelijking van het ijzergehalte tussen de nul-meting en de controle-meting is ook een afname aangetoond ter hoogte van afstandslijnen 1 en 2. Deze afname is mogelijk gerelateerd aan het grondverzet waarbij de oorspronkelijke toplaag is gewijzigd. Na de in dienststelling van de Betuweroute blijkt dat er geen toename van ijzer is aangetoond voor raai 1 en 2. Het ijzergehalte in raai 3 is nagenoeg identiek aan de nul-meting.

Ter plaatse van het zeekleigebied is na de indienststelling van de Betuweroute geen koperverontreiniging aangetoond. De kopergehalten voldoen aan de achtergrondwaarde.

Veenweidegebied (HG511 en GI507)

Uit de bodembeschrijving blijkt dat er ter hoogte van de eerste raai van onderzoekslocatie HG511 (afstandslijnen 5 meter van hart spoor) grondverzet heeft plaatsgevonden. Ter hoogte van raai 1 was in het nulsituatie-onderzoek op

maaiveldniveau sprake van 40 cm klei en daaronder een laag veen. In de controle-meting is er tot aan 1,60 m-mv zand aangetroffen.
In raai 2 en 3 van HG511 rijst het vermoeden dat ter hoogte van beide raaien grond is toegevoegd. Deze gewijzigde bodemopbouw resulteert in andere gehaltes voor lutum en organisch stof.

Uit de boorbeschrijving en de terreinbeschrijving blijkt dat de bodem ter hoogte van raai 1 in onderzoekslocatie GI507 niet hetzelfde is als in 1998. De bodem ter hoogte van raai 2 en 3 lijkt ongeroerd te zijn.

Uit de vergelijking van de kopergehaltes blijkt dat er sprake is van een afname. De afname kan worden gerelateerd aan het uitgevoerde grondverzet voor de bouw van de Betuweroute. Uitspoeling van het koper naar het grondwater is niet bevestigd. In het grondwater zijn de kopergehalten niet verhoogd aangetoond in vergelijking met de nul-situatie.
Door de vergelijking van het ijzergehalte tussen de nul-meting en de controle-meting is ook een afname aangetoond. Deze afname is mogelijk gerelateerd aan het grondverzet waarbij de oorspronkelijke toplaag is gewijzigd. Na de in dienststelling van de Betuweroute blijkt dat er geen toename van ijzer is aangetoond.
Bij beide onderzoekslocaties doet zich het fenomeen voor dat naarmate men verder verwijderd raakt van de Betuweroute, het gehalte aan koper en ijzer in de bodem toeneemt.

Betuwe (GE508 en GE515)

Uit de boorprofielen en de actuele terreinsituatie blijkt dat ter hoogte van raai 1 grondverzet heeft plaatsgevonden. In onderzoekslocatie GE515 is het terrein opgehoogd met 1 meter klei. Ter plaatse van GE508 is binnen 5 meter van hart spoor grondverzet uitgevoerd. Zowel in de nul-meting als in de controle-meting is sprake van kleigrond waarbij het voorgaande in raai 1 wordt bevestigd door een afname in lutum en organisch stof.
Voor de raaien 2 en 3 van beide onderzoekslocaties zijn de overige lutum- en organisch stof-gehalten gelijkwaardig aan elkaar.

Uit de vergelijking van de kopergehaltes blijkt dat er sprake is van een afname. De afname kan worden gerelateerd aan het uitgevoerde grondverzet voor de bouw van de Betuweroute. Uitspoeling van het koper naar het grondwater is niet bevestigd. In het grondwater zijn de kopergehalten niet verhoogd aangetoond in vergelijking met de nul-situatie.
Voor raaien 2 en 3 zijn de in de controle-meting gemeten kopergehaltes lager dan in de nul-meting, maar liggen ze wel in de buurt van de destijds gemeten waarden.

Waterwingebied Kerk - Avezaath (BU529)

Uit de bodem- en terreinbeschrijving blijkt dat er sprake is van ongeroerde grond en dat er ter plaatse geen grondverzet heeft plaatsgevonden. De gemeten gehaltes voor lutum en organisch stof in de controle-meting liggen in de buurt van de waarden zoals gemeten in het nulsituatie onderzoek.

Het kopergehalte in de mengmonsters neemt toe in afstand van de spoorbaan. Uit de vergelijking van het kopergehalte tussen de nul-situatie en de controle-meting blijkt dat de meetwaarden nagenoeg overeenkomstig zijn.

Rijnstrangengebied (BE525)

Uit de bodem- en terreinbeschrijving blijkt dat er sprake is van ongeroerde grond en dat er ter plaatse geen grondverzet heeft plaatsgevonden. Het boorprofiel van raai 1 wijkt wel af van het boorprofiel uit het nulsituatie onderzoek doordat het boorpunt verschoven is. Uit de analyseresultaten van het lutum- en organisch stof in het mengmonster blijkt dat de huidige meting nagenoeg dezelfde resultaten geeft als de meting in 1998.

Het kopergehalte in de mengmonsters neemt toe in afstand van de spoorbaan. Uit de vergelijking van het kopergehalte tussen de nul-situatie en de controle-meting blijkt dat de meetwaarden nagenoeg overeenkomstig zijn.

5.3.2. *Koper in het grondwater*

In het nulsituatie onderzoek uit 1998 is in geen enkel grondwateranalyse een overschrijding van de streefwaarde aangetoond voor de parameter koper. Ditzelfde beeld blijkt ook uit de controle-meting.

In het grondwater zijn de kopergehaltes niet boven de detectiegrens aangetoond. Er is wel sprake van een verschil in detectiegrens tussen de nul-meting (2 µg/l) en de controle-meting (15 µg/l). Tussen deze twee waarden is een marge aanwezig.

5.3.3. *Uitspoeling van chloride langs de Betuweroute*

In de controle-meting is in geen enkel grondwateranalyse een overschrijding van de streefwaarde aangetoond met betrekking tot de parameter chloride. Door de vergelijking tussen de nul-meting en de controle-meting zijn verschillen vastgesteld die passen binnen de natuurlijke achtergrondwaarden. Op basis van de grondwaterkaart van Nederland[6] varieert de natuurlijke achtergrondwaarde van chloride in het eerste water voerend pakket tussen 22 mg/l en 56 mg/l. Uit de grondwaterkaart blijkt dat voor PA508 sprake is van kwel en voor de locaties HG511 en GI507 is er soms sprake van kwel en soms van infiltratie. Hieronder worden per doelgebied de resultaten besproken.

Zeekleigebied (PA508)

Uit de analyseresultaten blijkt dat in de huidige situatie een toename van het chloridegehalte is geconstateerd in vergelijking met de nul-situatie. Een mogelijke oorzaak hiervoor is gelegen in het tijdelijke zanddepot op deze locatie ten tijde van de aanleg van de Betuweroute. Uit de situatietekening van onderzoekslocatie PA508 in het nulsituatie onderzoek blijkt dat ter hoogte van raaien 2 en 3 een zanddepot was gepland. Dit gegeven kan verklaren dat de chloride-gehaltes op de raaien 2 en 3 hoger zijn dan ter

[6] "Grondwaterkaart van Nederland, kaart 38 west", opgesteld door de dienst grondwaterverkenning van TNO, d.d. juli 1979.

plaatse van raai 1 als gevolg van het uitspoelen van restanten chloride in het ontzilte zeezand. Normaliter zal het chloride-gehalte in het grondwater zich herstellen.

Veenweidegebied (HG511 en GI507)

Op locatie HG511 en GI507 is er uit de analyse van de grondwatermonsters gebleken dat er ten opzichte van 1998 een afname is te zien in het chloride gehalte. De gemeten gehaltes liggen echter dichtbij elkaar.
Uitgaande van de gemeten gehalten van chloride in 1998 kan gesteld worden dat de natuurlijke achtergrondwaarden tussen de 22 mg/l en de 60 mg/l liggen. Van nature fluctueert het chloride gehalte in het grondwater als gevolg van infiltratie en kwel. De waarden gemeten in de controle-meting liggen binnen de marge van de natuurlijke achtergrondwaarden van het doelgebied.

6 Conclusies

6.1 Koper en ijzer in de grond en het grondwater

Na vergelijking van alle analyseresultaten van de controle-meting met de nul-meting blijkt dat er voor het gehalte aan koper en ijzer in de grond in bijna alle gevallen een afname te zien is ten opzichte van 1998.

Na de ingebruikname van de Betuweroute is ter plaatse van de doelgebieden de bodem niet verontreinig met koper. Uit de controle-meting blijkt dat de kopergehalten voldoen aan de achtergrondwaarden.
Het blijkt dat het kopergehalte binnen 5 meter van hart spoor een afname vertoond. Op de overige afstanden zijn de kopergehalten nagenoeg overeenkomstig. De reden voor de afname van het kopergehalte kan worden gezocht in het uitgevoerde grondverzet. Ditzelfde geldt ook voor het ijzergehalte in de bodem.

Uitspoeling van koper naar het grondwater is niet aangetoond. Het grondwater bevat geen kopergehalte groter dan de detectiewaarde.

Het in dienst nemen van de Betuweroute heeft de milieuhygiënische kwaliteit van de bodem binnen de invloedssfeer van de spoorlijn vooralsnog niet beïnvloed.

6.2 Chloride in het grondwater

Uit de analyseresultaten van de controle-meting blijkt dat voor geen enkel grondwatermonster het chloride-gehalte boven de streefwaarde is aangetoond.

De chloride-gehaltes in het grondwater nabij de Betuweroute zijn voor de onderzoekslocaties HG511 en GI507 afgenomen of nagenoeg gelijk gebleven.

Voor PA508 geldt dat er wel een toename in het chloride-gehalte is gemeten in vergelijking met de nul-siuatie. Een verklaring voor de lichte verhoging van het chloride-gehalte in het grondwater zou het voormalig zanddepot kunnen zijn. Mocht dit het geval zijn, dan zal het chloride-gehalte in het grondwater zich in de toekomst herstellen. Het chloride gehalte van het grondwater ligt beneden de betreffende streefwaarde.

De gemeten chloride-gehaltes in het grondwater liggen binnen de natuurlijke achtergrondwaarden. Het gebruik van ontzilt zeezand in de opgehoogde delen van de Betuweroute heeft de milieuhygiënische kwaliteit van het grondwater niet nadelig beïnvloed.

Colofon

Opdrachtgever	ProRail B.V. Mevr. A. Veldhuizen
Uitgave	Movares Nederland B.V. Divisie Infra Afdeling:Bouwvoorbereiding & Begeleiding:Milieu en Natuurontwikkeling Daalse Kwint Postbus 2855 3500 GW Utrecht
Telefoon	030-265 3647
Telefax	
Ondertekenaar	Gertjan van Manen Projectmanager
Projectnummer	IN180087

Versie:	1.0	Status	Definitief
Opsteller	Floris Faber		28 december 2011
Controleur	Martijn Boeve		28 december 2011

Bijlage I Regionale ligging

Bijlage II Situering boorpunten

Bijlage III Boorstaten

Bijlage IV Analysecertificaten

Bijlage V Toetsing

Bijlage VI Vergelijking boorpunten nul- en controle-meting

Bijlage VII Coördinatenlijst boorpunten

Bijlage VIII Notitie spoorgebonden processen